

第一章 钻井地质基础知识

• 第一章、钻井地质基础知识

一、岩石的机械性质

1、岩石的机械性质

- (1)岩石的强度：岩石的强度是指抵抗外力破坏的能力。
- (2)硬度：岩石的硬度是指岩石抗压入的极限强度。
- (3)岩石的塑性：在外力作用下，岩石破碎前呈现永久变形的性质叫岩石的塑性。
- (4)岩石的研磨性：钻头破碎岩石的同时，其本身也受到岩石磨损，这种岩石磨损钻头的能力称为岩石的研磨性。
- (5)岩石的可钻性：是指在一定条件下，钻进岩石的难易程度。也可理解为钻进过程中岩石抗破碎强度的大小。

2、岩石性质对钻井的影响

其影响主要表现在：影响钻进速度与钻头进尺：使钻进过程中出现井漏、井喷、卡钻等复杂情况：钻井液受到污染，性能变坏，井径不规则，进而影响到测井、固井等。

- (1)粘土岩层。泥岩和页岩一般较软，钻速快，但容易产生钻头泥包。这种地层极易吸收钻井液中的自由水而膨胀，导致井径缩小。随着浸泡时间的延长，井壁会产生垮塌现象，井径扩大。
- (2)砂岩层。砂岩一般来说是较好的渗透层，在井壁上易形成较厚的滤饼，易引起泥饼粘附卡钻。另外滤饼对测井也有影响，所以必须使用优质钻井液。
- (3)砾岩层。在砾岩层中钻进易发生跳钻、蹩钻和井壁垮塌。
- (4)在当当地层软硬交错时，易发生井斜，地层倾角较大者也易发生井斜。
- (5)当岩层中含有可溶性盐类，即钻到石膏层、盐岩层时，要注意对钻井液性能的影响。

二、钻井中地质录井工作

1、钻时录井

概念：是通过计时器把实钻一个规定的单位进尺的时间反映并记录下来的过程，一般用“分 / 米”表示。

(1) 井深计算

井 深 = 钻具总长 + 方入

钻具总长 = 钻头长度 + 接头长度 + 钻铤长度 + 钻杆长度

(2) 方入的计算

到底方入 = 井深 - 钻具总长

整米方入 = 新钻杆到底方入 + 前一根单根打完时的井深与其紧邻的整米井深之差值

(3) 记录方法

就是将钻时、接单根、停钻、停泵、变泵等一些情况详细记录在钻时记录表上。钻时的变化能反映地层的坚硬或松散程度。根据钻时的大小可以粗略地判断岩性和进行地层对比。根据钻时记录绘制钻时曲线，并结和有关地质资料，对地层、岩性、含油气等情况进行综合分析。

2、岩屑录井

概念： 在井深不断加深过程中，按照一定的取样间距和迟到时间，将岩屑连续收集起来，进行观察、分析，并综合运用各种录井资料进行岩屑归位，以恢复地下原始剖面的过程。

3、岩心录井

概念：利用取心工具，将井下一定深度地层的岩石以柱状形式取上来，并对其进行分析、研究而取得各项资料的过程。

- 4、荧光录井

- ● 概念：石油中的油质、沥青等在紫外光的照射下，能发出一种特殊光亮，就是荧光。根据荧光显示的亮度及颜色的差别，测定出石油的含量和组成成分，对油气层进行定性和定量解释，就是荧光录井。
- ● 荧光录井的方法
 - (1) 岩屑干照法。
 - (2) 点滴分析法。

- 5、气测录井

- ● 概念：用气测仪器通过直接测定钻井液中气体含量，从而判断油气层的过程叫做气测录井。

- 三、地球物理测井

- 1、电法测井

- 是通过研究井下岩层及所含流体的电学性质，进而研究岩层的岩性、储油物性和含油性的方法。

- 2、声波测井

- 就是利用岩石等介质的声学特性来研究钻井地质剖面，判断固井质量等问题的一种测井方法。其又分为声波时差测井和声波幅度测井。

- 3、放射性测井
 - 是根据岩石和井内介质的核物理性质研究钻井剖面，寻找有用矿藏及研究油井工程质量的地球物理测井方法。其可分为探测伽马射线和探测中子的方法。
- 4、其它测井方法
 - (1)井温测井
 - (2)地层倾角测井
 -

第二章 钻井液基础知识

- 第二章、钻井液基础知识

- 钻井液在钻井中的作用。

- 1、清洗井底，携带岩屑，保持井底清洁，保证钻头不断地破碎地层，使钻进不中断。
- 2、平衡地层中的流体（油、气、水）压力，防止井喷、井漏等井下复杂情况，保护油气层。
- 3、平衡岩石侧压力，并在井壁形成泥饼，保持井壁稳定，防止地层坍塌。

- 4、发挥水力效能，传递动力，冲击井底，帮助钻头破碎井底岩石，提高钻井速度。
- 5、悬浮岩屑和加重剂，降低岩屑沉降速度，避免沉砂卡钻。另外承受钻杆和套管的部分重力。
- 6、润滑并冷却钻头，钻具。
- 7、防止地层中盐水、盐岩、石膏、芒硝等对钻井液的化学污染，防止硫化氢污染和损害。
- 8、利用钻井液，准确获得井下资料。

- 一、钻井液性能与钻井工作的关系
- 一）、钻井液密度与钻井的关系
- 密度过大有以下害处：
 - 1、损害油气层；
 - 2、降低钻井速度；
 - 3、过大压差造成压差卡钻；
 - 4、易憋漏地层；
 - 5、易引起过高的粘切；

- 6、多消耗钻井液材料及动力；
- 7、抗污染能力下降。
- 密度过低则容易发生井喷、井塌（尤其是负压钻井）、缩径（对塑性地层，如较纯的粘土、盐岩层等）及携屑能力下降等。

- 二）、钻井液粘度、切力与钻井的关系
- 1、粘度、切力过大有以下害处。
 - (1)流动阻力大，能量消耗多，功率低，钻速慢；
 - (2)净化不良（固控设备不易充分发挥效力），易引起井下复杂情况；
 - (3)易泥包钻头，压力波动大，易引起卡、喷、漏和井塌等事故；
 - (4)脱气较难，影响气测并易造成气侵。

- 2、粘度和切力过低也不利于钻井，如：
 - (1)洗井不良，井眼净化效果差；
 - (2)冲刷井壁加剧，引起井塌等井下事故；
 - (3)岩屑过细影响录井。

- 三）、滤失量和泥饼质量与钻井工作的关系

- 钻井液滤失量过大，泥饼厚而虚，会引起一系列问题。
- 1、易造成地层孔隙堵塞而损害油气层，滤液大量进入油气层，会引起油气层的渗透率等物性变化，损害油气层，降低产能。
- 2、泥饼在井壁堆积太厚，环空间隙变小，泵压升高。
- 3、易引起泥包钻头，下钻遇阻、遇卡或堵死水眼。
- 4、在高渗透地层易造成较厚的滤饼而引起阻卡，甚至发生压差卡钻。

- 5、电测不顺利，并且由于钻井液滤液进入地层较深，水侵半径增大，若超过测井仪器所测及的范围，其结果是电测解释不准确而易漏掉油气层。
- 6、对松软地层，易泡垮易塌地层，会形成不规则的井眼，引起井漏等。
- 泥饼一定要薄、致密、韧性好，能经受钻井液液流的冲刷。

- 四）、固相含量与钻井的关系

- 钻井液中固相含量越低越好，一般控制在0.5%以下。固相含量过大，有以下危害：
 - 1、固相含量高，钻井液柱压力大，钻速降低。
 - 2、固相颗粒愈细对钻速影响愈大，而且深入油层会造成永久性堵塞，油气层受损害严重。

- 3、固相含量高、滤失量大时，泥饼必然厚，摩阻系数增大，因而易引起井下复杂情况的发生。
- 4、固相含量高，钻井液的流变性难以控制，且流阻大，功耗多，钻井效率低。
- 5、含砂量大，易造成钻头、钻具等机械设备的磨损。
- 6、在固相含量高时，钻井液受外界影响大且敏感（如对温度、各种污染物等的影响变大）。

- 降低固相含量的方法
- 1、机械除砂：利用振动筛、除砂器、除泥器等设备降低固相含量。
- 1)、振动筛
- 振动筛是对钻井液进行固相控制的第一级设备，又是唯一能适用于加重钻井液的常规分离设备。因此，它是固控的关键设备，担负着清除大量钻屑的任务，同时为下一级固控设备的使用创造必要的条件，如果振动筛发生故障，其下一级设备就会超载，严重影响净化效果。所以，要根据钻井条件，选好、用好振动筛。

- 2)、旋流器
- 旋流器按其直径不同，可分为除砂器和除泥器。
- (1)除砂器。直径为150~300毫米的旋流器称为除砂器。其处理能力是：在进料压力为0.2兆帕时不低于20~120立方米每小时。正常工作的除砂器能清除约95%大于74微米的钻屑和约50%大于40微米的钻屑。为了提高使用效果，在选用除砂器时，其许可处理量必须为钻井时最大排量的125%。

- (2)除泥器。直径为100毫米和150毫米的旋流器称为除泥器。其处理能力是：在进料压力为0.2兆帕时不低于10和15立方米每小时。正常工作的除泥器能清除约95%大于40微米的钻屑和约50%大于15微米的钻屑。除泥器能除去12~13微米的重晶石，因此，不能用它来处理加重钻井液。在使用中，除泥器的许可处理量，应为钻井时最大排量的125%~150%。

• 3)、清洁器

- 清洁器是旋流器与超细网振动筛的组合。上部为旋流器，下部为超细网振动筛。
- 清洁器是二次处理设备。它处理钻井液的过程分为两步：第一步是旋流器把钻井液分离成低密度的溢流和高密度的底流。第二步是超细网振动筛将高密度的底流再分离成两部分，一部分是重晶石和其它小于网孔的颗粒透过筛网，另一部分是大于网孔的颗粒从筛网尾部排出。

• 4)、离心机

- 离心机有沉淀式、筛筒式、水力涡轮式、叠片式等多种类型，而在石油钻井中处理钻井液用的多数是前三种。
- 离心机主要用在加重钻井液中回收重晶石和清除细小固相及胶体，在非加重钻井液中清除钻屑，也可用离心机对旋流器排出的底流进行第二次分离，回收液相，排除钻屑。
- 离心机的处理量和分离粒度与其转速和容量有关。

2、化学除砂：加入化学絮凝剂，将细小的砂子变大而沉降。

3、降低钻井液粘度有利于降低固相含量：因此
在现场维护钻井液时，对固相含量有下列要求。

- (1)根据需要配备良好的净化设备，彻底清除无用固相。
- (2)必须严格控制膨润土的含量，所使用钻井液的密度愈高、井愈深、温度愈高，膨润土的含量应愈低，一般应控制在 $30\sim 80\text{kg/m}^3$ 。
- (3)在轻钻井液中，固相含量应不超过10%（体积）或密度不大于 1150kg/m^3 。
- (4)无用固相含量与膨润土含量的比值，应控制在 $2:1\sim 3:1$ 。

- 五)、PH值与钻井工作的影响

- 1、PH值过高， OH^- 在粘土表面吸附，会促进泥页岩的水化膨胀和分散，对巩固井壁、防止缩径和坍塌都不利，往往会引起井下复杂情况的发生。另外，高PH值的钻井液具有强腐蚀性，缩短了钻具及设备的使用寿命。
- 2、通过PH值的变化，可以预测井下情况。如盐水侵、石膏侵、水泥侵等都会引起PH值的变化。

- 二、有机处理剂

- 一)、稀释剂（降粘剂）

- 稀释作用主要是通过稀释剂分子在粘土颗粒某些部位的吸附，改变粘土颗粒的表面水化状态，减弱或拆散钻井液内部的网状结构来达到稀释的目的。

- 1、单宁碱液：代号NaT
- 2、磺甲基单宁：又叫磺化单宁，代号SMT
- 3、铁铬木质素磺酸盐
- 简称铁铬盐，代号FCLS。为棕黑色粉末，易溶于水，水溶液呈弱酸性。
- 其主要用作抗盐抗钙的分散型钻井液的稀释剂，可减弱粘土颗粒间的流动阻力，降低粘度和切力；也可抑制泥页岩的水化膨胀和分散，而防止粘度和切力的上升，有利于井壁稳定。此外铁铬盐还具有降滤失作用和抑制粘土水化膨胀的作用。

- 二）、降滤失剂
- 1、羧甲基纤维素钠盐
- 代号为Na—CMC，简称CMC，目前常用的有低粘CMC、中粘CMC、高粘CMC三种。为白色纤维状粉末，具有吸湿性，不溶于酸和醇等有机溶剂，易分散于水中形成胶状液，抗温达90~140℃，有一定抗盐、抗钙能力。
- 主要用于各种水基钻井液的降滤失剂，还具有抑制页岩水化膨胀作用、增稠作用等。

- 2、水解聚丙烯腈盐类

- (1)水解聚丙烯腈钠盐

- 代号Na—HPAN，是聚丙烯腈加NaOH水解而得的产物。为淡黄色颗粒或粉末，溶于水，水溶液呈碱性。
- 主要用作聚合物钻井液的降滤失剂，并有增粘和絮凝作用。抗盐可至饱和而抗钙较差，抗温性强。

- (2)水解聚丙烯腈钙盐

- 代号Ca—HPAN或CPAN，为浅黄色、灰白色颗粒或粉末，水溶性好。
- 主要用作聚合物钻井液的降滤失剂，抗盐、抗钙、抗温能力强。

- (3)水解聚丙烯腈胺盐

- 代号 NH_4 —HPAN或NPAN，主要用作防塌降滤失剂，抑制能力强，不提粘，耐高温，使用时碱度不宜过高。

- 3、腐植酸类

- 利用褐煤中的腐植酸进行磺化或硝化而形成的各种盐类。它既有降滤失作用，又有降粘作用。

- (1)腐植酸钠

- 代号NaHm或NaC，是由褐煤和NaOH水解产物，黑褐色粉末，易溶于水，水溶液呈碱性。主要用作淡水钻井液的降滤失剂，具有降粘作用，抗温性好。

- (2)硝基腐植酸钠

- 代号Na-NHm，是用硝酸氧化的腐植酸钠盐。黑褐色粉末，易溶于水，水溶液呈碱性。主要用作淡水钻井液的降滤失剂，并具有降粘作用，抗盐作用较强。

- (3)腐植酸铬

- 代号CrHm,是一种抗高温降滤失剂和稀释剂，抗温可达200℃以上。抗盐、抗钙能力也较强。

- (4)聚合腐植酸

- 代号SH₂₃、SH₂₄，为黑色粉粒，易溶于水，主要用作各种水基钻井液的降滤失剂，抗盐、抗钙、防塌能力强，抗温达200℃。

- 三）、絮凝剂

- 絮凝剂可分为无机絮凝剂和有机絮凝剂两类，无机絮凝剂若控制不好易发生聚沉，而有机絮凝剂能溶于水，因而现场一般都用有机絮凝剂。有机絮凝剂又分为完全絮凝剂和选择性絮凝剂。

- 1、聚丙烯酰胺

- 代号PAM，分为胶剂和粉剂两种，胶剂为无色透明弹性胶体；粉剂是白色粉末。它水溶性好，热稳定性高，抗温达200℃，在水中不电离。主要用作不分散低固相钻井液的絮凝剂，并有改善钻井液流变性、减少摩阻和防塌等效能。

- 2、部分水解聚丙烯酰胺
- 代号PHP，通常也分胶剂和粉剂两种。高水解度的PHP还有增稠、堵漏、润滑、降滤失和剪切稀释效能。
- 3、丙烯酰胺和丙烯酸钠共聚物
- 代号80A51，为无色或白色粉末，易溶于水，空气中易吸水结块。主要用作水基钻井液的絮凝剂，并有增粘、改善流变性、抑制造浆和防塌等效能。

- 四）、增粘剂
- 1、高粘CMC
- 代号HV—CMC，不溶于酸和醇等有机溶剂，易分散于水中成胶体溶液。主要用作水基钻井液增粘剂，也可作乳化剂。有一定降滤失作用和抗盐能力。
- 2、复合离子型聚丙烯酸盐
- 代号PAC₁₄₁，为白色或微黄色可流动粉末。本品不仅可以提高粘度,还可改善流变参数、提高剪切稀释能力、降低滤失量、包被岩屑和抑制粘土颗粒分散的作用，并有抗盐、抗钙、和抗温能力。主要用于水基钻井液，也可用于海水及饱和盐水钻井液。

- 五)、页岩抑制剂

- 1、磺化沥青钠盐

- 代号SAS-1，为黑褐色膏状胶体或粉剂，PH值为8~11，密度为1.0 g/cm³。其主要用作各类钻井液的页岩抑制剂，并有润滑和控制高温高压滤失量的效能。

- 2、水分散沥青

- 代号SR-401，黑色粉末。主要用作页岩微裂缝和破碎带的封闭剂而起防塌作用，并有较好的润滑能力。一般用量为0.5%~4%。

- 3、水解聚丙烯腈钾盐

- 代号KPAN，为棕红色或淡黄色粉末，易溶于水，水溶液呈碱性。为丙烯酸类页岩抑制剂，并有降滤失、抗污染和防塌等特点。

- 六) 表面活性剂

- 表面活性剂种类繁多，在钻井液中的作用也是多方面的。除用作乳化剂、消泡剂外，选用适当的表面活性剂处理钻井液，对提高钻井液的热稳定性、保护油气层、降低滤饼摩擦系数，防塌、防腐、提高钻速、预防和解除钻井液中的复杂事故等方面有突出的效果。

- 1、乳化剂。

- (1)烷基磺酸钠（AS）。
- (2)聚氧乙烯辛基苯酚醚（OP）。

- 2、润湿、防卡、解卡剂。

- (1)聚乙二醇（PEG-400）。
- (2)CP233防卡剂。
- (3)SR301解卡剂。

- 3、消泡剂。
- (1)甘油聚醚。
- (2)7501消泡剂。

•三、钻井液的有关计算

•1、增密度计算

$$W_{\text{加}} = \frac{V_{\text{加}} \rho_{\text{重}} (\rho_{\text{加}} - \rho_{\text{原}})}{(\rho_{\text{重}} - \rho_{\text{原}})} \text{ 或 } W_{\text{加}} = \frac{V_{\text{原}} \rho_{\text{重}} (\rho_{\text{加}} - \rho_{\text{原}})}{(\rho_{\text{重}} - \rho_{\text{加}})}$$

- 式中 $W_{\text{加}}$ ——加重剂量，t；
- $V_{\text{加}}$ ——加重钻井液体积， m^3 ；
- $V_{\text{原}}$ ——原钻井液体积， m^3 ；
- $\rho_{\text{重}}$ ——加重剂的密度， g/cm^3 ；
- $\rho_{\text{加}}$ ——加重钻井液密度， g/cm^3 ；
- $\rho_{\text{原}}$ ——原钻井液密度， g/cm^3 。

•2、降低密度的计算

$$X = \frac{V_{\text{原}}(\rho_{\text{原}} - \rho_{\text{稀}})}{(\rho_{\text{稀}} - \rho_{\text{水}})}$$

式中 X——所需水量，m³；

- $\rho_{\text{稀}}$ ——稀释后的钻井液密度，g/cm³；
- $V_{\text{原}}$ ——原浆体积，m³；
- $\rho_{\text{水}}$ ——水的密度，g/cm³。

• 四、常用钻井液类型

• 一）、水基钻井液

- 水基钻井液以水为分散介质（连续相），以粘土为分散相（固相），加入一定的化学处理剂或加重材料组成。这类钻井液发展最早，使用最广泛。水基钻井液又可分为以下几种类型：

- 1、淡水钻井液：

- 由淡水、粘土和一般的降粘剂、降滤失剂配制而成。含盐量（NaCl）小于1%或低于10000毫克 / 升。含钙量小于120毫克 / 升。

- 2、盐水钻井液：

- 含盐量大于1%或高于10000毫克 / 升。包括盐水钻井液、饱和盐水钻井液、海水钻井液。主要用在海湾海上钻井，钻盐岩层及泥页岩易塌地层。

- 3、钙处理钻井液：

- 含钙量大于120毫克 / 升。包括石灰钻井液、石膏钻井液、氯化钙钻井液。其主要特点是抗可溶性盐侵蚀能力强，性能稳定。

- 4、不分散低固相聚合物钻井液：

- 一般低固相钻井液粘土含量小于7%（体积百分数）；不分散低固相钻井液的粘土含量小于4%。其主要特点是钻速快，流动性好，钻井总成本低。

- 5、混油钻井液：

- 在水基钻井液中混入3~4%的乳化油类（原油或柴油），使油成小珠分散的乳化状态。其主要特点是润滑性好，流动性好，失水量低，泥饼摩擦系数小。

- 二）、油基钻井液

- 以油为分散介质的钻井液。它又可分为：

- 1、油基钻井液：

- 是以原油或柴油为连续相（液相），以氧化沥青作为分散相（固相），再加入化学处理剂和加重剂配成的，含水量在3%以下。其主要特点是对油层损害小，抗可溶性盐侵污的能力强。

- 2、油包水乳化钻井液：

- 以柴油作连续相，以水作分散相，呈小液滴状分散在水中（水的体积分数可达60%），以有机膨润土（或称亲油膨润土）和氧化沥青作稳定剂，再加入其它处理剂、加重剂配制而成。其主要特点是热稳定性高，有较好的防塌效果，对油气层损害小，常用于高温井段，钻易塌地层和低压油气层。

-

第三章 井口工具

- 第三章 井口工具

- 一、吊卡

- 1、用途

- 吊卡用于起下钻时，提升和下放钻具，（如：双吊卡起下钻），并使钻具坐于转盘上，钻进时用于接单根。

- 2、分类

- 有侧开双保险式、对开双保险式以及闭锁环式。我国钻井现场普遍使用CSD群革式吊卡。主要由主体、活页、开口销、锁销手柄、平衡紧固螺钉、上下锁销等组成。

- 3、使用注意事项

- (1)吊卡规格与钻具尺寸相符、负荷台阶平整无严重变形、磨损，活页销、保险销滑润、活门扣合灵活、安全可靠。
- (2)起下钻或下套管时必须使用保险插销和小补心，坐吊卡时禁止猛顿猛砸，严禁崩扣操作。
- (3)禁止超负荷使用，禁止将绳套扣在吊卡内提拉重物。
- (4)吊卡坐转盘时应避开方瓦锁销并摆正，使其两端受力均匀。

- 二、吊钳
- 1、用途
 - 吊钳分为外钳和内钳，工作时相互协作，主要用于起下钻、下套管作业时，上卸钻具丝扣及紧扣。
- 2、类型
 - 按扣合钻具尺寸分：B型吊钳和套管吊钳；按操作方式分：手动吊钳和液压大钳。目前，国内现场普遍采用B型吊钳和液压大钳。B型吊钳扣合尺寸范围 $\phi 88.9 \sim \phi 298.4\text{mm}$ ，用更换钳头的方法可上卸不同尺寸的管子。

- 3、使用注意事项
 - (1)应选择适当的 5 # 钳头，以保证扣合尺寸与钻具尺寸相符。
 - (2)吊钳应打在钻杆接头上，上下钳分别距接头密封面30~50mm，内、外钳夹角在45°~90° 之间。紧扣时，外钳在上内钳在下；卸扣时，外钳在下内钳在上。
 - (3)更换钳牙时不能对准井口，并防止砸伤手指或钳牙崩出伤人。
 - (4)打钳子时，手指不要放在3 # 长钳、4 # 短钳之间，以防挤伤手指

- 三、卡瓦

- 1、用途

- (1)浅井或井内钻具较轻时的起下钻作业，用于井口卡坐钻铤或钻杆。
- (2)阻卡划眼时，将钻具卡紧悬坐于钻盘中以传递扭矩。

- 2、类型

- 按作用分为：钻杆卡瓦、钻铤卡瓦和套管卡瓦。
- 按结构分为：三片、四片式卡瓦和长型、短型卡瓦等。
- 按操作方式分为：动力卡瓦和手动卡瓦。

- 3、使用注意事项

- (1)应根据井内钻具选择合适的卡瓦尺寸。
- (2)检查卡瓦牙的锋利程度，不能松动，不能装反，是否清洁，螺丝、开口销是否其全、紧固，连接轴销应转动灵活。
- (3)井深1000米以后必须使用双吊卡起下钻，禁止用卡瓦配吊卡起下钻。
- (4)起下钻铤时，卡瓦应配合安全卡瓦一起使用。卡瓦距母扣端面50cm,安全卡瓦距卡瓦5cm。
- (5)井口操作人员应站在卡瓦旋转范围以外，以防转动时打伤腿脚。

- 四、安全卡瓦

- 1、用途

- 安全卡瓦是在起下钻铤、取心筒和大直径的管子时配合卡瓦而用的，防止钻具溜入井内。

- 2、结构

- 由若干节卡瓦体通过销孔穿销连成一体，两端又通过带链插销与丝杠连接成一个可调性卡瓦。改变安全卡瓦的节数，可以适应不同尺寸的钻铤及管柱

- 五、滚子方补心

- 1、用途

- 滚子方补心除具有传递转盘扭矩外还有以下优点：
 - (1)可边转动边上提或下放钻具，有利于划眼和倒划眼。
 - (2)由于是整体式，不会飞出伤人。
 - (3)方补心进入大方瓦容易。
 - (4)方钻杆与滚轮接触，因而摩擦力很小，钻压准确。
 - (5)方钻杆与滚轮为滚动接触，对二者磨损均小，提高了使用寿命。

- 六、液压大钳
- 1、主要结构
- Q10Y—M型液压大钳主要由行程变速箱、减速装置、钳头、气控系统和液压系统等组成。
- 2、主要技术性能
- (1)液压系统。额定流量：114升每分；最高工作压力：16.3兆帕；电驱动时的电机功率：40千瓦。
- (2)气压系统。工作压力：0.5~1.0兆帕。

- 3、操作注意事项
- (1)钳头腮板尺寸应与钻杆接头尺寸相符。
- (2)移送大钳到井口时，严禁把气阀一次合到底，以防钳子快速向进口运动造成撞击。
- (3)在公扣没有全部从母扣旋出和大钳没有松开钻具以前，不允许上提钻具。
- (4)大钳停用时，应将所有液气阀回复零位，单向阀回关位，停液压泵，关闭大钳气路阀门。
- (5)根据上卸扣决定上下钳的定位手把位置，变换位置时，钳头的各个缺口必须对正后方可操作，否则机构失灵。
- 操作口诀：钳子一定送到头，下钳卡牢转钳头，上卸扣完对缺口，松开下钳往回走。

第四章 钻具

- 第四章 钻具
- 一、钻柱的组成
- 1、方钻杆
- 2、钻杆
- 3、钻铤
- 4、配合接头

- 二、接头
- 1、钻杆接头类型
- 分为内平接头、贯眼接头、正规接头三类。
- 2、接头类型表示方法
- 我国现场用三位数字来表示钻杆接头扣型。
第一位数表示钻杆本体的公称尺寸的整数部分。第二位数用1、2、3分别表示内平、贯眼、正规扣。第三位用1、0分别表示公母扣。

- 3、接头类型的识别
- (1)标记槽法
- 在接头处车有环形槽。一道槽表示正扣，两道槽表示反扣，在槽内打有三位数字或符号，三位数字的意义如上所述。若为符号，ZG、GY、NP分别表示国产的正规、贯眼、内平接头。REG、FH、IF分别表示API产的正规、贯眼、内平接头。

- (2)测量法

- 当标记槽、符号及数字因种种原因模糊不清，易出现识别错误时，可根据一定类型尺寸的接头有其一定尺寸的原则，通过测量的方法来鉴别接头。
- 一般用外卡量公接头大端尺寸（也可两小端尺寸），用内卡量母接头断面镗孔直径，将测得的数据查表得出接头丝扣尺寸和类型。

- (3)用接头尺测量

- 将量好了的接头的大（小）端直径或镗孔直径尺寸，与接头尺上的刻度一对比就可以在接头尺上读出尺寸和类型。

- 三、钻具的配合

- 钻具配合就是将不同尺寸和扣型的钻具连接起来。其配合原则是：公母相配；扣型尺寸相同；正扣与正扣，反扣与反扣组合。

第五章 下井工具

- 第五章 下井工具
- 第一节、钻头
- 一、牙轮钻头
- 1、牙轮钻头的组成
- 三牙轮钻头的结构可分为五个部分，即钻头体、巴掌、牙轮、轴承和水眼。密封喷射式钻头还有储油补偿系统。

- 2、牙轮钻头的产品系列
- 1) 牙轮钻头的直径系列
- (1)国产钻头的直径系列，共有15种。江汉常用的有17 1/2"、12 1/4"、9 5/8"、8 1/2"、3 7/8"。
- (2)进口钻头尺寸 进口钻头直径系列非常复杂，例如美国休斯公司所产钻头从3 3/4" 到26" 共46种直径系列。

- 3) 江钻油用牙轮钻头型号表示法由四部分组成
- 钻头直径代号、钻头系列代号、钻头分类号、钻头附加结构特征代号
- (1)钻头直径代号：用数字（整数或分数）表示，其数字代表钻头直径英寸数。
- (2)钻头系列代号：对于三牙轮钻头，按其轴承及密封结构主要特征分9个
- (3)钻头分类号：由三位数组成，首位数为切削结构类别及地层系列号，第二位数为地层分级号，末位数为钻头结构特征代号。

- (4)钻头附加结构特征代号：为满足某些特殊需要，钻头需改进或加强时，则在分类号后附加结构特征，用1个或多个字母表示。
- 例如：8 1 / 2" HJT 537 G L钻头表示的意义是：
- 8 1 / 2" ：钻头直径为8 1 / 2"
- HJT：滑动轴承金属密封特别保径
- 537：低抗压强度、软至中地层、镶齿钻头
- G：掌背强化
- L：掌背扶正块

- 3、牙轮钻头的选型
- 主要根据邻井相同地层已钻过的钻头资料，结合地层条件及本井具体情况合理选择钻头类型。
- 1) 选择钻头类型时应考虑的问题
- (1)地层的软硬程度和研磨性。
- (2)钻进井段的深浅。
- (3)易斜地层防斜钻进。
- (4)软硬交错地层

- 4、牙轮钻头在井下工作情况判断

- (1)正常情况

- 当地层岩性无变化时，正常钻压下，转盘转动均匀，转盘链条无上下跳动；钻时正常无明显变化；指重表、泵压表指示平稳；刹把无异常感觉。

- (2)轴承损坏

- 转盘出现周期性蹿跳，钻压小蹿跳轻，钻压大则蹿跳重；钻速下降，泵压正常而指重表指针有摆动。

- (3)牙轮卡死

- 转盘负荷增大，转盘链条跳动，方钻杆有蹿劲，停转盘打倒车；钻速下降，指重表指针摆动严重。

- (4)掉牙轮

- 转盘负荷增大，转盘链条严重跳动，停转盘打倒车；蹿钻严重；指重表指针来回摆动；钻速明显下降或无进尺；上提钻具变换方向下探方入有变化，高差约为一牙轮高度。

- (5)牙齿磨（脱）光
 - 转盘负荷减轻；方钻杆无蹿跳；钻速明显下降或无进尺；指重表指示平稳无摆动；泵压正常。
- (6)钻头泥包
 - 转盘负荷增大有蹿跳现象；钻速下降；上提钻具有不同程度的挂卡；泵压上升，严重时蹿泵。

- 二、金刚石钻头
 - 金刚石钻头按其使用地层可分为：普通金刚石钻头、聚晶金刚石复合片钻头（简称PDC钻头）两大类，其中聚晶金刚石复合片钻头适用于软至中硬地层，而普通金刚石钻头适用于及坚硬和研磨性高的地层。

- 1、金刚石钻头的结构
- 普通金刚石钻头由钻头体（又称刚体）、胎体、水眼和金刚石颗粒等部分组成。
- 聚晶金刚石复合片钻头由刚体、胎体、喷嘴、金刚石复合片等组成。

- 2、PDC钻头
- 1) 型号表示法
- 2) PDC钻头的选择
- ① 根据钻井方式选择钻头：直井应选择钻速快、寿命长的钻头；定向井选择造斜或稳斜性能好、适合于配井底马达的高转速钻头。
- ② 根据地层情况选择钻头：包括所钻地层的类型、硬度、岩性等。
- ③ 根据钻井条件选择钻头：如设备能力
- ④ 根据钻井参数选择钻头：

- PDC钻头冠部轮廓形状有抛物线型、圆形和锥形三种，其中：
- ①**抛物线型**：适用于各种软地层，具有进尺多，机械钻速高，稳定性好的特点，适合于转盘及井下动力钻具。
- ②**圆形**：工作面积小，水力集中，清洗较好，有利于钻穿硬夹层，在转盘钻井中常用。
- **锥形**：吃入性好，稳定性强，适合于转盘及高转速下动力钻具钻井。

- **3)、PDC钻头的正确使用**
- (1)PDC钻头水力参数设计时，泵压必须大于13.0兆帕，采用等径或近似直径。
- (2)由于金刚石抗冲击性能差（脆性大），因此上下钻台不能碰撞硬物，井下不得有落物，严禁顿钻和溜钻。
- (3)下钻遇阻严禁强行下压，应接方钻杆开泵冲划，但不超过30米大段划眼。在下钻到最后两单根时，接方钻杆冲划到井底并开大排量循环，将井底循环干净。然后，用小钻压，低转速钻进0.5米，进行井底造型。
- (4)正常钻进时优选钻井参数，钻压30~60KN，转速217~1117r/min。每钻进250~300米，必须进行一次中途旅行。
- (5)不允许在砾石层使用PDC钻头，井底有落物时应起钻。

• 3、合理起钻时间

- (1)在岩性变化不大的均质地层钻井时，机械钻速逐渐下降；
- (2)机械钻速突然降低（可能是地层变软泥包或变硬），采取措施后仍无回升，应根据机械钻速进行经济效益分析而决定是否起钻。
- (3)即使在最小的钻压下，扭矩也突然剧增，同时机械钻速骤降，很可能是钻头保径面或切削齿损坏，比较一下钻头在井底和提离井底时的扭矩来决定是否应该起钻。
- (4)泵压突然降低，说明喷嘴可能失落或钻具发生刺漏，将钻头提离井底，观察压力变化情况。
- (5)压降突增说明钻头可能出现了环磨或出心磨损

• 三、取心钻头

- 取心钻头的功用是环形破碎地层，形成岩心。目前，常用的有刮刀取心钻头、领眼式硬质合金取心钻头、硬质合金取心钻头和金刚石取心钻头等。
- 为了提高岩心收获率，除在下部使用扶正器外，首先要求取心钻头工作稳定。因此钻头的切削元件要对称分布，其耐磨性应一致，以免在钻进时发生歪斜，从而破坏及折断岩心。同时要求钻头底面（井底）与岩心爪的距离尽可能短些，使岩心形成后很快就能进入内岩心筒被保护起来，从而避免破坏和冲蚀。

- 第二节、打捞工具
- 一、“落鱼”打捞工具
- 1、公锥
- 公锥是从管柱内部造扣打捞落鱼的一种常用工具，有时也用于倒扣。它适用于鱼顶水眼规则、管壁较厚的钻具，如接头、钻杆加厚部分及钻铤等均可使用公锥打捞。打捞时，把公锥插入落鱼水眼，然后加压旋转造扣而捞起落鱼。
- 公锥由高强度合金锻料车制，并经加热处理制成。公锥按接头螺纹规格分为右旋螺纹（正扣）和左旋螺纹（反扣）。其规格类型打印在标志槽内，一道槽为正扣公锥，两道槽为反扣公锥。

- 2、母锥
- 母锥是从鱼顶外部造扣打捞落鱼的一种打捞工具。它要求鱼顶外径规则，扁的或椭圆形的鱼顶造扣不紧，不易捞住，母锥多用于打捞钻杆本体。母锥也有正扣和反扣两种。

- 3、卡瓦打捞筒

- 主要打捞钻杆、钻铤、油管等外径规则的管柱。捞后可以开泵循环，以便于解卡。如不解卡可退出打捞筒。下部有铣鞋，还可以与震击器配套打捞被卡的落鱼。打捞操作容易，是打捞工具中最常用的一种。
- 可退式卡瓦打捞筒的外部由上接头、筒体和引鞋等组成，内部装有抓捞卡瓦、密封圈，下部有铣鞋和控制环，打捞筒的抓捞零件是螺旋卡瓦或蓝状卡瓦。它外部的宽锯齿螺纹和内面的抓捞牙均是左旋螺纹。宽锯齿螺纹筒体配合间隙较大，这使卡瓦在筒体中一定的行程内胀大和缩小。

- 4、卡瓦打捞矛

- 它不仅适用打捞钻杆本体，而且还可以打捞油管、套管，也是配合使用内割刀的必备工具。因为它咬合落鱼的面积大，不会损坏落鱼。当落鱼提捞不起时，打捞矛可退出，把落鱼甩掉。
- 打捞矛主要由芯轴、卡瓦、释放环、引鞋等组成。卡瓦是一个可胀缩的整体，内部具有左旋锯齿扣与芯轴锯齿扣相吻合，外部是较细的锯齿扣。释放环的凸缘与引鞋端面的凸缘都是一个安全装置，它能起到打捞的锁紧、粘结或卡住的作用，以保证容易释放。

- 5、辅助打捞工具
- (1)安全接头:是和打捞工具配合使用的专用接头。
- (2)铣鞋 :用于磨铣不规则的鱼顶，以利于公锥、母锥等进行打捞。
- (3)引鞋和壁钩:用于引导打捞工具进入落鱼水眼。

- （二）、井下落物打捞工具
- 1、磨鞋
- 用于磨碎井下不易打捞的落物，如碎铁块、牙轮壳等。根据用途可分为平底磨鞋、凹底磨鞋、引子磨鞋等几种。
- 2、随钻打捞杯
- 该工具随钻头一起下井，能在井下实现边钻进边打捞落物的任务。它能把粒状金属落物，如钻头掉齿、断齿、弹子等，经大排量冲至杯筒上方时，因钻井液上返流道增大，使流速减小，而把弹子等小落物下沉至环形杯筒内。

- 3、反循环打捞蓝

- 反循环打捞蓝用于打捞井下较小的落物，如牙轮、刀片、手工具、碎铁等。它是利用钻井液液流在靠近井底处的局部反循环将井下碎物收入蓝内的一种打捞工具。它也是一种多用途组合式打捞工具。装上蓝框即是打捞蓝；将蓝框换成磁芯则成为反循环强磁打捞器；将铣鞋换成抓头，又可组成反循环一把抓。

- 4、磁铁打捞器

- 磁铁打捞器广泛用于打捞掉入井内的牙轮、牙轮钻头的其它零件、大钳和卡瓦的牙板、碎铁之类的小物件。它是接在钻杆的最下部。在打捞时，为克服井眼中钻井液及流砂造成的较大磁阻，应把井底清洗干净，使磁铁芯尽量靠近落物。

第六章 钻井设备

- **第六章 钻井设备**

- **一、钻井设备的组成**

- 钻井设备由提升系统、旋转系统、循环系统、传动系统、驱动系统、控制系统、钻机底座及辅助设备八大系统组成。

- **（一）、钻机的提升系统**

- 为了起下钻具、下套管以及控制钻压、送钻等，钻机装有一套起升设备，主要由绞车、辅助刹车、游动系统（包括天车、游动滑车、大钩及钢丝绳）、井架等组成。

- 1、井架
 - 井架是钻采机械提升系统的重要组成部分之一。它是一种具有一定高度和空间的金属结构物，并且具有较好的整体稳定性。
 - 1) 井架的组成
 - 井架是悬挂游动系统的基本，它主要由主体、人字架、天车台、二层台、工作梯、立管平台、钻台和底座组成。

- 2、游动系统
 - 在钻机的提升设备中，将天车、游车和大钩用钢丝绳把它们连接起来，就组成了一个复滑轮系。又称为钻机的游动系统。
- 3、提升绞车
 - 绞车是构成提升系统的主要设备，是组成一部钻机的核心部件，是钻机的主要工作机之一。

- 1) 绞车的功用

- (1)提供几种不同的起升速度和起吊质量，满足起下钻具和下套管的需要。
- (2)悬挂静止的钻具，在转进过程中送进钻柱、钻头，控制钻压。
- (3)利用绞车的猫头机构，可上卸钻具丝扣和起吊管子与重物。
- (4)作为转盘的变速机构和中间传动机构。
- (5)当采用整体起升式井架时，用来起放井架。
- (6)当绞车带捞砂滚筒时，绞车还担负着提取岩心筒、试油等工作。
- (7)安装钻台设备，完成其它辅助工作。

- 2) 钻井绞车的结构组成

- 钻井绞车实际上是一部重型起重机械，常见的绞车由以下几个系统组成：
- (1)支撑系统：由焊接的框架式支架或密闭箱壳式底座架。
- (2)传动系统：由三根轴组成，即传动轴、猫头轴、滚筒轴。
- (3)控制系统：包括牙嵌、齿式、气动离合器，司钻控制台、控制阀件等。
- (4)制动系统：即刹车系统、包括刹把、刹车带、主刹车、辅助刹车等。
- (5)卷扬系统：包括主滚筒、副滚筒、各种猫头等起升卷绳装置。
- (6)润滑及冷却系统：润滑方式有黄油、滴油、飞溅或强制润滑等几种。

- （二）、钻机的旋转系统
- 旋转系统包括转盘和水龙头两大部分。他们的主要作用是在钻具不断钻进及不断循环钻井液的条件下，保证钻具的旋转。

- 1、转盘的结构
- 转盘是一个八字轮的减速器，它将发动机传来的水平旋转运动变为垂直旋转运动。
- (1)ZP-275型转盘主要由铸焊底座、转台、主轴承、防跳轴承、大齿圈、快速轴总成、锁紧装置、方瓦和上盖组成。
- (2)ZP7-520型转盘主要由底座、转台、大小圆锥齿轮、快速轴等部件组成。

- 2、水龙头的结构
- (1)SL-450型水龙头。根据水龙头的功用，水龙头由固定部分、旋转和承转部分以及密封部分组成。固定部分由外壳、上盖、下盖、鹅颈管、提环和提环销组成；旋转和承转部分由中心管、接头、主轴承、防跳轴承和下扶正轴承组成；密封部分由盘根装置和上、下弹簧密封圈组成。

- (2)SL7-130型水龙头也是由固定、旋转和密封三大部分组成。固定部分包括壳体、上盖、冲管、下盖和鹅颈管。旋转部分的主要零件由中心管、主轴承、防跳轴承和上、下扶正轴承。密封部分有上部机油盘根、下部机油盘根和上、下冲管盘根盒。

- （三）、钻机的循环系统

- 为了随时用钻井液清除井底岩屑以保证连续钻进，钻机配备有循环系统。主要包括钻井泵、地面管汇、钻井液池和钻井液槽、钻井液净化设备、调配钻井液设备等。在井下动力钻井中，循环系统还担任传递动力的任务。

- 1、钻井泵的结构及工作原理

- 钻井泵主要由液力端和动力端两大部分组成。三缸单作用泵的液力端包括缸体、活塞、吸入阀、排出阀等部件；动力端包括机座、曲轴、传动轴、连杆、十字头、介杆等部件。
- 动力端通过皮带（或链条、万向轴）带动泵的主轴旋转，再通过曲柄连杆机构使活塞向右移动，缸内形成负压，上水池内的液体在大气压力作用下，顶开吸入阀进入缸内，直到活塞移到最右边位置完成吸入过程。活塞开始向左移动，缸内液体受到活塞的挤压而压力升高，吸入阀被关闭，排出阀被顶开，液体被活塞推出排出阀经排出管进入高压管汇，完成排出过程。

- 3、地面管汇
- 即钻井液循环系统管汇，包括钻井泵吸入管、高压管汇、低压管汇。
- 高压管汇的主要作用是联接钻井泵和旋转系统，用于输送钻井液。有钻井动脉血管之称。它包括钻井泵输出管、闸门组至水龙头之间地面管、立管、水龙带，其耐压均要求达到35兆帕。
- 低压管汇是指闸门至净化罐之间联接管、净化罐之间联接管汇之总和，其耐压要求达到6兆帕。

- （四）、辅助设备和工具
- 1、电动绞车
- 2、电气葫芦
- 3、离心泵
- 4、潜水泵
- 5、压杆式黄油枪
- 6、液压千斤顶

第七章 钻井施工工序

- 第七章 钻井施工工序
- 井队钻井施工包括搬家、安装设备、开钻及钻进、起下钻、完井、电测、下套管、固井等。
- 一、搬家

- 二、设备的安装

- 1、设备的安装顺序

- 安装工作的主要内容有：设备就位、校正设备、固定设备等。设备的安装工作可在整个井场同时展开。原则上讲，应先基础、底座，后钻机设备；先提升系统，后转盘、绞车和钻台工具；先到井场的设备先安装，做到不压车、不积车，设备就位后，再进行校正和固定。安装顺序可分为上设备顺序和校正顺序。

- 2、安装质量要求

- 设备的安装质量应达到“七字”标准和“五不漏”要求。
- “七字”标准是：平、稳、正、全、牢、灵、通。
- 平：主要指设备安装的水平度要符合标准，工作台要铺平。
- 稳：主要指设备安装时不悬空，运转时不振动。
- 正：设备位置要对正，不偏不斜，偏差要符合标准。
- 全：设备零部件、护罩、固定螺丝等要齐全。
- 牢：设备固定要牢固。
- 灵：设备的刹车控制系统要灵活可靠，仪器、仪表要灵敏准确。
- 通：各种管线、电路等要畅通。
- “五不漏”是指：不漏油、不漏气、不漏水、不漏电、不漏钻井液。

- 三、开钻
- 1、一开
- 设备安装完之后，要进行第一次开钻，者是为下表层套管而进行的钻井施工。
- 2、再次开钻
- 3、钻进

- 四、钻井技术
- 1、喷射钻井技术
- 喷射钻井就是利用钻井液流经钻头喷嘴所形成的高压射流充分地清洗井底，使岩屑免于重复切削，并与机械作用联合破碎岩石，达到提高钻速的先进钻井技术。

• 2、防斜打直井技术

- 打直井时如果井斜超标，井眼偏离预定位置，不仅打乱地下井网的合理性，而且会造成严重的后果：井斜大了就会造成井深误差，使地质资料失真，导致地质工作得出错误的结论而漏掉油气层尤其是小油田；如果井斜过大还会使井眼偏离设计井位，打乱油气田的开发布井方案，降低采收率；井斜过大，狗腿严重易使钻具疲劳破坏和产生键槽卡钻，对测井、下套管、固井均有不利影响；对采油工艺来说，井斜过大会影响分层开采和注水作业，会引起油管 and 抽油杆的磨损与折断甚至造成严重的井下事故。
- 防斜和纠斜主要是通过改变下部钻具组合来实现主要有满眼钻具组合、钟摆钻具组合、塔式钻具组合等。

• 3、取心钻进技术

- 取心就是利用取心工具，从地下取出岩样（岩性的作业。岩心是认识油、气田和地层的宝贵资料钻井取心是石油勘探和开发中很重要的一项工作地质工作者通过对岩心的分析研究，可以取得更为完整、准确的地质资料，掌握油气层的分布规律，地层的厚度、岩性、孔隙度、渗透率、含油饱和度、裂缝发育等情况，为制定合理的勘探、开发方案，准确地计算储量，采取有效地增产措施提供可靠的依据。

- 钻井取心多采用筒式取心工具，对地层来讲分为硬地层取心工具和软地层取心工具；对取心类型来讲又分为短筒取心、长筒取心、密闭取心等。它们的结构不同，取心工艺也有所不同。但其结构组成都有：取心钻头、岩心筒、岩心爪、扶正器及回压凡尔等。

- 取心钻进过程包括钻出岩心、保护岩心和取出岩心三个主要环节。完成这三个环节要正确选择取心工具，制定合理的工艺技术措施，进行精心操作，所取得的岩芯收获率就高。
- 岩心收获率是衡量取心技术水平和取心质量的一个重要指标。其计算公式为：
- $$\text{岩心收获率} = \text{实取岩芯长度} / \text{取心进尺数} \times 100\%$$

• 4、定向井钻井技术

- 定向钻井首先要进行定向井的井身剖面设计，选择好井眼曲率、井眼形状及造斜位置，然后选取一定的造斜方法和造斜工具进行造斜。通过造斜、稳斜、降斜等阶段，并且在每个钻进阶段不间断地进行测井，录取井深、井斜、井斜方位角等资料，绘制出实际井眼轨迹曲线，并与设计相对照，如果不符合井身剖面设计的，要加以调整，或增斜、降斜、扭方位等，使之达到设计要求。

• 5、近平衡钻井技术

- 为了多出油，快打井，减少卡钻、井漏等事故的发生，井底压差应该是越小越好，最理想的钻井状态为井底压力等于地层压力，使井底压差等于零。在井底压力等于地层压力条件下的钻井过程为平衡钻井。平衡钻井是很难做到的，一般情况下是使井底压力稍大于地层压力，保持最小的井底正压差，这种在井底压力稍大于地层压力条件下的钻井过程为近平衡钻井

- 近平衡钻井有以下优点：
- (1)避免堵塞油气缝隙，有利于发现和保护油气层。
- (2)提高机械钻速，降低钻井成本。实现安全、优质、快速打井。
- (3)防止因井底压差过大引起的粘附卡钻。
- (4)防止井漏。
- 搞好井控工作是实现近平衡钻井的有利保障。

- 五、起下钻
- 六、下套管固井
- 套管是用不同的钢材轧制而成的无缝钢管。根据在不同受力情况下的强度要求，套管有多种钢级。国产套管D40、D55、和D75等是由三种不同钢级的钢材轧制而成的。API套管H-40、J-55、K-55、C-75、N-80、C-95、和P-110是由七种不同钢级的钢材轧制而成的。套管强度有三个方面即抗拉强度、抗剂强度和套管抗内压强度。
- 根据入井套管的用途不同可分为：表层套管、技术套管和油层套管。

- 1、各层套管的作用

- (1)表层套管

- 其作用是封隔地表部分的易塌、易漏地层和水层，安装第二次开钻的井口装置，控制井喷，支撑技术套管与油层套管的部分重量。其下入深度，根据地表部分松软的易塌、易漏地层和水层的深度而定。一般在100米左右，也有下到几百米深的。表层套管外的水泥通常返至地面。钻高压油气井时，为了防止高压油气沿着疏松岩层的缝隙窜出地面，需要将表层套管适当的下深一些，并且使套管鞋位于渗透性很低和岩石比较坚硬的地层处。

- (2)技术套管

- 用于封隔用泥浆难以控制的复杂地层；无法堵塞的严重漏失层；非目的层的油气层；压力相差悬殊，要求泥浆性能互相矛盾的油、气、水层等。技术套管外的水泥返高，一般返至要封隔的复杂地层顶部100米以上。对于高压气井，为了防止天然气窜漏，水泥浆也要返至井口。

- (3)油层套管

- 它是用以把不同压力和不同性质的油、气、水层分割开来，建立一条油、气流至地面的通道，保证能长期生产，满足合理开采油、气和增产措施的要求。油层套管的下深根据目的层的深度和不同的完井方法而定。管外水泥浆返至要封隔的油气层顶部100米以上。对于高压油气井，水泥浆要返至地面，以利于加固套管，增强丝扣密封性，提高套管抗内压能力。

- 2、套管串的下部组成

- 它包括：引鞋、套管鞋、旋流短节、套管回压凡尔、承托环、套管扶正器、磁性定位套管等。

- 3、固井施工工序

- 下完套管后，就要注水泥进行固井，注水泥工作一般按以下工序进行施工：
 - (1)套管下至预定井深后，装上水泥头循环钻井液，并接好各台注水泥车的地面管线。
 - (2)打隔离液，注水泥。

- (3)顶胶塞并开始替钻井液。
- (4)碰压：替钻井液后期，泵压不断升高，当胶塞座在回压凡尔的生铁圈时，泵压突然升高，即为碰压，此时注水泥工作结束。
- (5)候凝：碰压后，说明套管内水泥浆全部替出，这时要候凝。候凝有时采用憋压候凝，有时采用敞压候凝。憋压候凝时要注意由于水泥浆凝固放出的热量会使井口压力增高，这时要按固井施工要求定时、定量在井口进行放压。敞压候凝时，要注意套管内是否有钻井液不断流出，要分析井下回压凡尔的可靠性，以防水泥浆进入套管内，造成“灌香肠”。
- 生产套管固完井24小时后电测固井质量和试压。两项都合格后，应上好井口“帽子”并点焊牢固。然后交井。

第八章 钻井事故

- **第八章 钻井事故**

- **一、卡钻事故**

- 钻柱在井内停止时间过长，或由于地层复杂、钻井液性能不好、技术措施不当等原因，不能上提、下放或转动，有时甚至不能循环钻进液，这就叫卡钻。常见的有：粘附卡钻、坍塌卡钻、砂桥卡钻、缩径卡钻、键槽卡钻、泥包卡钻、沉砂卡钻、落物卡钻等。

- **1、粘附卡钻**

- 钻井中，钻柱某些部位与井壁接触，当液柱压力大于井底压力时，便对钻柱产生横向推力，使其紧贴井壁。钻柱静止时间越长，与泥饼接触面积越大，摩阻力也同时增大，以致使钻柱失去了活动的自由而发生的卡钻，称为泥饼粘附卡钻，简称粘卡，也称为压差卡钻。

- 1) 粘卡的原因

- 与泥饼摩阻系数、钻井液密度及钻具与井壁的接触面积和接触时间等因素有关。

- 2) 粘卡的现象

- 钻具上提下放困难，且活动钻具的范围随着时间的增加越来越小；不能转动；能开泵循环且泵压正常稳定。

- 3) 处理：粘卡初期，即还未彻底卡死的情况下，应保持循环，在允许范围内活动钻具，以下砸为主，反复数次，以求解卡。若钻具已被卡死则采取浴井解卡。浴井解卡是把解卡剂泵入井内，使其返到卡点部位浸泡、减小滤饼摩阻系数，边泡边活动钻具而解卡的有效方法。采取浴井解卡时要准确计算卡点的位置、计算解卡剂的用量，最后注解卡剂。若浴井解卡不成功，可采取其它解卡方法，如爆炸松扣、套铣、倒扣等。

- 2、坍塌卡钻

- 钻井液性能不好，滤失量太大，把地层浸泡变松，或在地层倾角太大的井段浸泡后的泥页岩膨胀、剥落入井造成的卡钻称为坍塌卡钻。它一般发生在吸水膨胀的泥岩、页岩、胶结不好的砾岩、砂岩等地层。

- 1) 坍塌卡钻的原因

- (1)钻井液失水量大，矿化度小，浸泡地层的时间长，把页岩、泥岩地层泡垮。
- (2)钻井液密度过小，井内压力不能平衡地层侧压力，致使倾角大或胶结不好的地层垮塌。
- (3)因起钻未灌钻井液，井漏或钻头泥包而产生拔活塞的抽吸作用等而引起垮塌。

- 2) 坍塌卡钻的现象

- 一般在严重垮塌以前，先有大块泥饼和小块地层脱落，换钻头后下钻不能到底；有时在钻井液中冲出大块未经切削的上部已钻过的岩石；在钻进中突然发生憋钻，上提遇卡，泵压上升，憋泵，甚至转不动钻具等现象。

- 3、砂桥卡钻

- 当岩屑和砂粒上返到“大肚子”井眼时，速度变慢或此时停泵，岩屑下沉淤集于此处和坍塌物混合而形成砂桥，当钻具起到此处时便会卡钻。

- 1) 砂桥卡钻的原因

- (1)上部松软易塌或易溶性地层，由于钻井液的浸泡便会造成井径扩大，俗称大肚子，钻井液上返速度在此处减小。
- (2)钻井液携屑能力差。

- 2) 砂桥卡钻的现象

- 上提遇卡；不能转动钻具；泵压升高或憋泵。

- 4、缩径卡钻

- 当钻头起缩径井段而发生的卡钻称为缩径卡钻。

- 1) 缩径卡钻的原因

- (1)具有膨胀性地层（如膨胀页岩、白垩等）和渗透性孔隙度好的井段（如疏松的砂岩，孔隙度较大的灰岩）。
- (2)钻井液性能不好，失水量大，在井壁形成胶状疏松的泥饼，当泵排量小，返回速度低时，易在泥饼上面沉积较多的粘土颗粒、岩屑及加重剂，致使井眼缩小。
- (3)钻井液失水量大，自由水渗入疏松的泥岩，使地层膨胀而缩径。

- 2) 缩径卡钻的现象

- 遇阻卡的位置固定；循环时泵压增大；上提困难，下放容易；起出的钻杆接头的上部经常有松软的泥饼。

- 5、键槽卡钻

- 起钻时，钻头拉入键槽的底部而被卡的现象称为键槽卡钻。

- 1) 键槽卡钻的原因

- 键槽卡钻多发生在硬地层、井斜全角变化率大、形成了急弯（狗腿）的井段。钻进时，钻杆紧靠狗腿井段旋转；起下钻时钻杆在狗腿井段上下拉刮；硬地层钻速慢，时间长了在井壁上磨出了一条细槽即键槽，它比钻杆接头稍大而小于钻头直径。起钻时钻头拉入键槽底部被卡。

– 2) 键槽卡钻的现象

– 卡钻前钻杆接头偏磨厉害，下钻不遇阻，钻进也正常，但起钻到井眼急弯处常遇卡，并随井深增加而逐渐严重；能下放而不能上提；能循环而泵压不升高，不憋泵。卡死后钻具转不动，提放不动，但循环正常。

– 3) 当井眼有键槽遇卡起不出钻具时，可稍提拉力转动钻具，使钻柱产生扭转震动而跳出键槽，或者采用倒划眼方法破坏键槽。若已被卡死，可采取震击解卡、用扩大器破坏键槽、套铣倒扣等方法处理。

• 6、泥包卡钻

- 钻井液与岩屑掺混在一起紧紧包住钻头形成球状物，起钻拔活塞，当提到缩径井段则卡死称为泥包卡钻。

• 1) 泥包卡钻的原因

- (1)干钻
- (2)在松软地层或高粘性的泥岩中钻进，由于排量不足或钻井液性能不好（粘度、固相含量太高等），或钻头选型不当造成钻头泥包。

- 2) 泥包卡钻的现象

- 卡钻前钻进时钻头在井底的转动不灵活；有蹩跳现象或蹩钻严重，停车后打倒车；钻速急剧下降；泵压升高或蹩泵。起钻时一直存在卡、挂现象，起至小井眼就有可能卡死。卡钻后上提下放及转动均困难，且不能正常循环钻井液。

- 3) 处理：泥包卡钻和缩径卡钻初期，要尽量大排量循环，轻提猛放，转动钻具，采取倒划眼起出复杂井段。若已卡死，可实施震击解卡，然后再进行倒划眼起出钻具。

- 7、沉砂卡钻

- 1) 沉砂卡钻的原因

- 由于钻井液悬浮岩屑能力差，停泵后，岩屑下沉堵塞环空，埋住钻头和部分钻具形成的卡钻称为沉砂卡钻。此时，若开泵过猛还会憋漏地层而卡得更紧。

- 2) 沉砂卡钻的现象

- 接单根或起钻卸开立柱后，钻井液倒返甚至喷势很大；接上单根开泵时泵压很高或蹩泵；上提遇卡、下放遇阻且不能转动或转动时蹩劲很大。

- 3) 处理：井塌卡钻或沉砂卡钻初期，要下至畅通井段，循环调整钻井液性能，同时转动钻具，把垮塌物挤碎，冲洗出来，求得解卡。若已卡死，可采取震击解卡、套铣倒扣等方法处理。

• 8、落物卡钻

- 由于操作不小心将卡瓦牙、吊钳牙或其它小工具落入井内，卡于井壁与钻具或套管与钻具之间。此外，因操作不当、刹车不灵造成顿钻事故，把钻具顿弯而引起卡钻。
- 1) 引起落物卡钻的原因
- 这类事故都是由于责任心不强、违背操作规程而引起的。

- 2) 落物卡钻的现象

- (1)在钻进中有落物落在环空会有蹩钻现象，上提钻具有阻力，小落物还有可能提脱，大落物则越提越死。
- (2)起钻过程中遇有落物则会突然遇阻，只要上提力量不大，下放比较容易。若落物所处的位置固定，则阻卡点也固定。若落物随钻具上下移动，则只能下放不能上提，阻卡点随钻头的下移而下移。在下放无阻力时可以转动，在上提有阻力时则很难转动。
- (3)落物卡钻的卡点一般在钻头或扶正器位置，较大的东西也可能卡在钻杆接头位置。
- (4)在因有落物造成遇阻遇卡的情况下，开泵循环正常，泵压、排量、钻井液性能均无变化。

- 二、钻具断落事故

- 钻具事故是指钻杆、钻铤及其它入井工具和辅助工具在井下发生的各种事故的总称。

- 1、常见的钻具事故及发生的原因

- 1) 钻具折断
 - (1)钻杆本体折断。
 - (2)钻铤粗扣折断。
- 2) 钻具脱扣。
- 3) 钻具滑扣。

• 2、钻具事故的处理

- 钻具事故发生后，应该根据事故的性质及时进行处理。如果发生的是钻具脱扣或滑扣，则要尽快采取井下对扣打捞“落鱼”。若对扣打捞失败，则应按照钻具折断对待进行打捞“落鱼”。
- 钻具发生折断后，应测量所起出钻具断口的水眼尺寸及外径，以判断“鱼顶”形状并根据井眼的实际情况选择恰当的打捞工具。如卡瓦打捞筒、打捞矛、公锥、母锥等。必要时，另外设计特殊的打捞工具，以便迅速捞出“落鱼”

• 三、井下落物事故

- 井下落物事故种类繁多，广义而言，凡钻具、套管、油管、电缆、钢丝绳等落入井下，都是井下落物，而且是大型落物。在这里井下落物是指那些碎小的不规则的没有打捞部位可与打捞工具连接的落物，如牙轮、刮刀片、手工具等。这些落物，有的掉到井底，成为继续钻进的拦路虎；有的掉到钻头或扶正器以上部位，成为造成卡钻的直接原因；有的掉在井眼中途，横梗在井眼，阻断了钻具通行的道路，这些事故不消除是无法继续钻进的。

- 1、落物事故发生的原因

- (1)产品质量问题。如牙轮钻头在使用期限内发生断巴掌、轴承先期损坏、连接螺纹断裂、掉牙齿、掉水眼等现象。
- (2)使用参数不当。过高的钻压、转速，使钻头过早地产生疲劳现象；送钻不均，使钻头产生冲击负荷；溜钻、顿钻都容易造成钻头事故。
- (3)起下钻过程遇阻遇卡时，操作不当，猛提猛压，除容易造成卡钻外，也容易使钻头受损。

- (4)超时使用。
- (5)钻头与接头连接螺纹的规范不一致，或者是在大扭矩下将母螺纹胀大，或者不加控制地打倒车，造成整个钻头落井。
- (6)从井口落入物件。起下钻、接单根及其它作业过程中，井口工具及其零件落入井内的机会较多，如卡瓦、钳牙、榔头、撬杠等。

- 2、井下有落物的现象

- (1)井底有较大的落物时，钻头一接触落物就会发生蹩钻或跳转，钻压越大，蹩跳越厉害，完全没有进尺。
- (2)井底有较小的落物时，有较轻的跳钻或蹩钻现象，时而又，时而没有，没有一定的规律。
- (3)若钻具在井内，从环空中掉入落物，若掉在井径大的地方，留置在壁阶上，则起下钻无妨碍；若掉在井径小的地方，则会对钻具的起下形成阻力，严重时会造成卡钻。
- (4)若有较大的落物落不到井底，而是横梗在井眼中部，则下钻会遇阻，转动有蹩劲，起出钻头或其他工具检查，会有明显的伤痕。

- 四、井喷事故

- 五、井漏

- 井漏是当井内的液柱压力大于地层压力时，钻井液进入地层的现象。凡发生井漏的地层，必须具备下列条件：①地层中有孔隙、裂缝或溶洞。②钻井液柱压力大于地层压力。③钻井液柱压力和环空压耗或激动压力之和大于地层破裂压力，把地层压裂，产生漏失。

- 1、井漏的原因

- 主要有两个方面：一是地层孔隙度大，渗透性好，或地层有裂缝、溶洞而造成井漏；二是技术措施不当，钻井液密度过大，与地层压力形成很大的压差，下钻速度太快，激动压力很大；开泵过猛，泵压很高导致憋漏等。

- 2、井漏的处理

- (1)渗透性漏失。漏失速度小于 $5\text{m}^3/\text{h}$ 的渗漏，可采用调整钻井液性能和起钻静止堵漏的方法。在井下情况允许的条件下，尽量降低钻井液密度，以减小液柱压力，同时提高粘度，以增加钻井液进入地层的流动阻力，并降低排量，以减少因流动阻力而增加的井底压力。
- (2)下钻太快或开泵过猛造成的漏失。应立即改为小排量循环，提高钻井液粘度，以利于尽快形成新井壁，漏失会逐渐消除称为循环堵漏。漏失速度超过 $5\text{m}^3/\text{h}$ 时，不得继续开泵，以防井塌卡钻。这时，应立即起钻并连续灌钻井液，起钻完静止堵漏或准备充填堵漏。
- (3)裂缝溶洞漏失。应用充填法进行处理。即在钻井液中加入锯末、谷壳、贝壳渣等堵漏物质进行充填，还可以注入石灰乳或水泥进行堵封。

-

第九章 井队安全生产常识

- 第九章 井队安全生产常识

- 一、安全用电知识

- 电流对人体的伤害有两种类型：即电击和电伤。电击是电流通过人体内部所造成的伤害，主要影响呼吸、心脏和神经系统，是人体内部组织破坏，乃至死亡。电伤是指电流对人体外部造成的局部伤害，包括电弧烧伤，熔化的金属微粒渗入皮肤等。
- 机房、钻台和泵房用的工作灯一般采用安全电压。安全电压是指对地电压低于40伏。我国通常采用36伏、24伏、12伏为安全电压。
- 触电一般有四种类型：单相触电、两相触电、跨步电压触电及接触电压触电。

- 1、井场用电注意事项：

- (1)电动机械或照明设备拆除后，严禁留有可能会带电的线接头。
- (2)室外的配电盘及开关装置，必须有防雨设施，并悬挂“有电、危险！”等警告标志。
- (3)拉接电力线时，应注意次序。接电时，应从机具接向电源；断电时，应首先解除电源。
- (4)用电设备必须装设可熔保险器或自动开关，当电路短路或设备超负荷时，能自动切断电源。

- (5)保险丝的选用要符合规定标准，不能任意调大，更不能用铁丝或其它金属丝代替，更换保险丝时，必须切断电源。
- (6)晒衣服的铁丝，严禁靠近电线或拴在电线杆拉线上。电杆铁拉线上必须装有绝缘子。
- (7)下雨、下雪天在室外操作电器开关和设备必须戴绝缘手套，穿绝缘鞋。
- (8)严禁在高压电线下作业和起吊东西。

- (9)凡遇大风、雷雨，发现架空电力线断落在地面时，必须在远离电线8~10米外有专人看管，并迅速联系抢修。
- (10)在操作胶木闸刀开关时，一定要先把胶盖盖好。不要用湿手或戴着湿手套去摸开关、灯头等电器设备，更不要用湿布去擦拭。
- (11)在一般情况下不可带电作业。

• 二、钻井防火常识

- 为防止井场失火，对井场工作有下列要求：
- (1)井队工人应接受有关防止井喷和所有运转设备的防护性维护保养，以及救火设备的使用及其注意事项等方面的专门训练。每个井队成员都应非常熟悉救火设备的规格、装置数量，以及每种规格设备的有效范围。
- (2)井场应设置充足的适用的灭火器，所有的灭火器材都应定人管理，经常检查，始终保持其良好的工作状态。记录下检查日期及所有手提式灭火器的情况，并将记有上述资料的标签附在灭火器上。

- (3)井场内严禁吸烟，一般情况下不准动用明火。如必须采用明火作业时，应经安全、保卫部门批准，办好动火手续，采取可靠的安全措施，方可动火。
- (4)钻至油气层以前，钻井液密度必须达到设计要求，否则不准钻开油气层。
- (5)柴油机排气管，一般应定期清除内部的积炭，防止排气时喷出火星。钻高压井时，排气管附近应有适当高度的防火墙。
- (6)钻台上（包括井架）的照明，一律采用防爆灯具，导线面积应符合要求。配电箱应设置在安全地点

- (7)电器线路和设备必须按点气规程安装，并采取必要的继电保护设施，防止短路和超负荷运行。全体人员应掌握电气防火与灭火知识。
- (8)不准用汽油刷洗零件、衣物；应及时清除钻台下面的油污。
- (9)油漆、酒精、清漆和汽油均应储存在密闭的容器内，并放在安全地带。
- (10)冬季井场使用的锅炉，应安装在上风方向50米以外，以防发生井喷或天然气漏失时引起火灾。
- (11)发生井喷时，应立即停止和熄灭井场周围生产和生活用火；一切机动车辆禁止进入井场。
- (12)为防止井喷，应装好防喷器，防喷器芯子应与钻杆直径相吻合，开关要灵活。

- 三、高空作业安全
- 1、高空作业应注意下列安全事项：
 - (1)高空作业一定要戴保险带，保险带应定期进行拉力试验。
 - (2)所用工具一定要系尾绳，并拴绑牢固，工具用完不能存放在井架上。
 - (3)禁止用电（气）小绞车吊人和乘坐吊卡上下井架。
 - (4)其它岗位人员上井架时，必须符合高空作业要求，并得到当班司钻的允许。

- 2、井架工在二层台操作前应作下列检查
 - (1)检查指梁、操作台的固定，发现问题及时处理。
 - (2)二层台各种绳索的强度符合要求，固定良好。
 - (3)钻杆钩与其它工具，一律用保险绳拴在井架上。
 - (4)保险带要安全可靠，尾绳要拴牢，但不能拴在操作台上。
 - (5)二层台夜间操作所用照明设备必须符合规定标准。

- 四、消防基本常识

- 火灾是无情的。钻井工程与石油、天然气打交道，钻井的动力设备又是以油为燃料，稍一疏忽，就易发生火灾。钻井现场工作人员，增强防火意识，掌握消防基本知识是十分重要的。

- 1、灭火方法

- (1)冷却法。是以密集水流，分散的细小的水雾或用二氧化碳冷却降温灭火。
- (2)隔离法。是将火源处或其周围的可燃物质撤离、隔开，于是燃烧就会因隔离可燃物质而停止。
- (3)窒息法。阻止空气流入燃烧区域或用不燃烧物质冲淡空气，使燃烧物质因得不到足够的氧气而熄灭。
- (4)中断化学反应法。使灭火剂参与到燃烧反应过程中，从而使燃烧的化学反应中断而灭火。

• 2、发生火灾后的处理

- 在人们的日常生活中，如发生火灾时，首先应立即向消防部门报警，并及时组织人员利用火场附近现有的灭火设施进行扑救。同时要切断火灾区的总电源；将无能力扑救火灾的人员迅速转移到安全地方；将重要的文件、资料和能移动的精密仪器及贵重设备迅速抢运到安全地带；将火场近旁的易燃、易爆和可燃、助燃的物质搬走、隔开，以防火势蔓延。

• 3、灭火器的使用

- 现场用的灭火器主要有：泡沫灭火器、二氧化碳灭火器、四氯化碳灭火器、干粉灭火器等。
- (1)泡沫灭火器。泡沫灭火器用来扑灭油类、可燃气体及普通物质的火灾，但不宜用于电气设备及珍贵物品的灭火。使用时将筒身颠倒，两种溶液就很快混合，发生化学反应，产生一种含有二氧化碳的泡沫，并以一定的压力，使泡沫从喷嘴射出来，喷在燃烧物上而灭火。

- (2)干粉灭火器。干粉灭火器适用于扑灭石油及其产品、可燃气体和电器设备的初起火灾。
- 使用时，打开保险销，拉动拉环，穿针即刺穿钢瓶口的密封膜，使钢瓶内高压二氧化碳气体沿进气管进入筒内，使筒内的干粉灭火剂在二氧化碳气体的压力下，沿出粉管喷出灭火。

- 4、井场应配备的消防器材
- 井场应配备下列消防器材：65~100kg干粉灭火器两个；8kg干粉灭火器10个；5kg二氧化碳灭火器两个；消防锹5把；消防斧两把；消防桶8只；消防砂4立方米；消防水龙带75米；19毫米直流水枪两只。